PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

[1]-(3)

(11)Publication number:

08-062498

(43)Date of publication of application: 08.03.1996

(51)Int.CI.

G02B 15/16

(21)Application number: 06-218181

(22)Date of filing:

19.08.1994

(71)Applicant: RICOH CO LTD

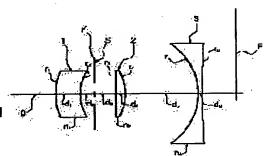
(72)Inventor: KOIZUMI HIROSHI

(54) TWO GROUP ZOOM OPTICAL SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a two group zoom optical system having a zoom lens (focal distance of 40 to 60mm) with aberrations being corrected, and FNO. in a range of about 6 to 9, irrespective of an arrangement of two group and three lenses.

CONSTITUTION: A two group optical system uses a diffractive index distribution type lens of an axial type in which the refractive index varies in the axial direction as any one of two unit lenses constituting a front lens group, and an uniform medium type spherical lens made of medium having a uniform refraction index is used for either of the remaining two unit lenses including a rear lend group 3. In one arrangement, the front lens group is composed of a first negative lens 1 and a second positive lens 2, a refractive index distribution type lens being used for the first lens 1 so as to enhance the freedom of aberration correction design during correction of spherical aberration, astigmatism and distortion aberration, achromatism and the like, in comparison with the case in which only a uniform medium type lens is used.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

噩 4 (12) (18) 日本国格群庁 (1 b)

€ 鞿 称群众

特開平8-62498 (11)格群田窟公園毎年

(43)公园日 平成8年(1996)3月8日

对格积 形包形

F

广内数理番号

建到西申

G02B 15/16 (51) Int.C.

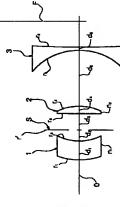
審査研収 未開水 開水項の数6 FD (全13 頁)

	1	₹ ¥		
(71) 田寛人 000006747	朱文章在1717日3番6号 中央1817日3番6号 小泉 博	大大学人日本十級と1.日の食のも食べた。 (会社)コーガ も留十 声田 体彩	K	
(71) 出版人	(72) 発明者	(74) 存題 1		
怜耳平6 -218181	平成6年(1994)8月19日			
(21)出政等号	(22) 出版日			

(54) [発明の名称] 2群ズーム光学基

が政化するアキシャルタイプの屈が単分布型ワンズを用 [目的] 2群3枚の構成にも拘らず、賭収並が良好に から成る哲群レンズ群のいずれかに、光軸方向に屈が母 れも囲が母が一様な媒質から成る均質媒質型映画ワンズ を用いる。1つの構成例は、前群レンズ群を負の第1レ ンメ1と足の祭2フンメ2から権权し、終1フンメ1に **価折率分布型レンズを用いて、欧面収益・非点収益・**

< 曲収整・色収整等の補正時における収整補正設計の自由 【構成】 いの2群メーム光学Kは、2枚の単位ワンメ い、後辞レンメ群3を含む残る2枚の単位ワンメにいず 度を均質媒質型レンズのみを用いた場合よりも増すよう 福田されたメーム光(無点距離40㎜~60㎜)、F kg が約8~9クラスの2群ズーム光学系を提供する。



【特許請求の範囲】

ズおよび第3レンズが、いずれも屈折率が一様な媒質が 【開求項1】 物体側に配置された負の屈折力を持つ第 「レンズと校りを挟んでその後方に配置された正の屈折 力を持つ第2レンズとにより正の屈折力を有する前群レ ンズ群を構成し、所定の可変軸上間隔を隔たたいの前群 **レンズ群の後方に配置され且し負の屈折力を持つ第3**ア ンズにより後群レンズ群を構成し、しかも、前配前群レ レンズが、光軸方向に屈折率が変化するアキシャルタイ ら成る均質媒質型レンズとして構成されていることを特 ンズ群と哲配後群フンズ群との巨変軸上間隔を狭めなが の哲院庫フンズ群を回越的に物体のに物勢させることに より、短焦点距離倒から畏焦点距離倒にメーミングを行 シ2群3枚構成の2群メーム光学米であった、 哲記第1 プの屈が母分布型ワンズとして構成され、哲配第2フン 散とする2群ズーム光学系。

側に凸面を向けたメニスカスレンズとして形成されてい ることを特徴とする請求項1に記載された2群ズーム光 【間状項2】 前配第1フンメが、その物体側面が物体

【群状頃3】 前配第1レンズは、その物体側面と光軸 との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれndob お よびngob とし、また、像側面と前配光軸との交点の d 像およびg 線の屈折率をそれぞれndia およびngia と し、さらに、ひょれぞ、

[0002]

と定機したとき、前配第1レンズに関して

の数式を満足するような屈折率分布を有するように構成 したことを特徴とする請求項1または2に記載された2 0. 7 < △v_{g-d} < 0. 85 群ズーム光学来。 【酵水頃4】 物体側に配置された正の屈折力を持つ第 **力を持つ第2 シンズとにより正の屈折力を有する前群**フ **フンズ群の後方に配置され且し角の屈折力を持し類37** ンズ群と前記後群レンズ群との可変軸上間隔を狭めなが **の哲配両レンズ群を回期的に物体側に移動させることに** の成る均質媒質型ワンズとして構成されていることを特 1 レンズと絞りを挟んでその後方に配置された正の屈折 ンズ群を構成し、所定の可変軸上間隔を隔ててこの前群 ソメにより後群レンメ群を構成し、しかも、甘配前群レ より、短焦点距離倒から長焦点距離側にメーミングを行 う2群3枚構成の2群ズーム光学系であって、前配第2 **フンズが、光軸方向に屈打率が変化するアキシャルタイ** プの屈折母分布型 レンズとして構成され、 煎配第 1 レン **ズおよび第3レンズが、いずれも屈折率が一様な媒質か 数とする2群ズーム光学系。**

【酵水項 2】 「白記第1レンズがその物体回面が物体倒 いむ面を向けたメニスカスレンズとして形成され、且

し、柱配類2アンズがその像園面が像園に凸面を向けた メースカスレンズとして形成されていることを特徴とす る請求項4に配載された2群メーム光学系。

【험水項8】 前配第2レンズは、その物体図面と光軸 との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれngbおお よびngob とし、また、像側面と前配光軸との交点のd 線およびg線の屈折率をそれぞれndia およびngia と し、さらに、 △ップ・香、

と定義したとき、前記第2レンズに関して 1.6 < △v_{g-d} < 1.8

の数式を描足する屈折率分布を有するように構成したこ とを特徴とする請求項4または5に記載された2群ズー

[発明の詳細な説明]

[0001]

【磁業上の利用分野】本発明は、2群メーム光学系に関 トカメラに搭載して好適な2群メーム光学系の改良、特 し、より舞笛には、ワンズシャッタカメラ苺のコンパク にズーム比の大きい2群3枚構成の2群ズーム光学系に 関するものである。

ンズを搭載することが多くなって米ているが、搭載する **可変焦点式撮影レンズとしては、変倍用のコンベータレ 可変式にするタイプの撮影レンズと、メーム光学米を用** いて焦点距離を可変式にするタイプの撮影レンズとが知 【従来の技術】近年、コンパクトカメラに対する性能向 上の要留に伴い、コンパクトカメラに可変焦点式撮影レ ンズを撮影光軸に対して抑脱することにより焦点距離を られている。

ム光学系は、図51に示すように、絞りるを挟んで互い 【0003】この場合、メーム光学米には、コストを低 域する関係から比較的構成の簡単な、所限2群メーム光 **学系が用いられるのが普通である。そして、この2群ズ** の凹面を向けるような状態で光学系の物体側に配置され た第1および第2の正メニスカスレンズ1および2から から成る後群レンズ群との2群3枚構成のメーム光学系 一ム光学茶の一例として特隅平 2- 6917号公報に開示さ れた2群3枚構成のメーム光学系がある。この2群メー 成る哲群レンズ群と、 甲変軸上間隔を隔たて 第2の正メ **ニスカスワンズ2の後方に配配された第3の負レンズ3** として構成されている。 【0004】そした、世群レンズ群(1、2)と後群レ ンズ群 (3) との可変軸上関隔を詰めながら共に前方に 移動することで短棋点距離から現棋点距離へのメーミン グを行い得るように構成され、さらに、第1の正メニス **カスフンズ1の像回面と粧2の圧メニスカスフンズ2の** 両面と第3の負レング3の物体回面との4面に非球面を

(5)

练器中08-062498

(4)

経用した器食樹の益用を行ったいる。

[0000]

号公組の2群ズーム光学系の場合には、2群3枚の構成 [発明が解決しようとする瞑題] ところで、全ての単位 フンズに配だ母が一様なフンズ(以下、「 毡質綵質 對フ が、例えば1.3程度という比較的小さい光学系に対し ては比較的容易に収益補正を行い得るので、約1.36 という小さいメーム比しか符たない特別 平2 - 6917 ンズ」という)を用いたメーム光学系では、メーム比 でも収る程度の収益補正が可能になる。

ズーム光学系において、全ての単位レンズに均質媒質型 比を従来のものより大きくしようとすると、メーム比が なければならなくなるため、酷収益の良好な補正が極め ためには、今迄知られていた補正手段以外の特別な手段 【0008】しかしながら、アンズの構成枚数が少ない 大やへなるにしれて各々の単位ワンメの屈が力を強へし **て困難になるという大きな問題が生じる。従って、2 群** 3枚構成のメーム光学茶において、メーム比を、例えば 1/5程度に大きくしながら且つ良好な収益補正を行う フンズを用い、 且し、 酷収 遊を小さく 哲えながの メーム が必要となる。 [0007] 本発明は、このような事情に鑑みてなされ の構成の2群メームアンズに比べた、採面収扱・非点収 盤・蚕曲収整・コマ収整・色収整等がいずれも良好に補 たもので、2群3枚の構成にも拘らず、従来の2群3枚 (焦点問籍40m~60m)、 Fig が約6~9クラス 正され、しかも、コンパクト化されたメーム比1.5 の2群ズーム光学系を提供することを目的とする。 [0008]

の屈折力を持つ第1レンズと絞りを挟んでその後方に配 力を有する前群レンズ群を構成し、所定の可変軸上間隔 **を隔ててこの付替レンズ群の後方に配置され且つ角の屈** 母が一様な媒質から成る均質媒質型ワンメとした様成が [映盟を解決するための手段] 上配の目的を違成するた めに、請求項1に記載の発明は、物体側に配置された負 置された正の屈折力を枠の餌2レンズとにより正の屈折 **折力を持り好3フンズにより後群フンズ群を構成し、し** なも、在的色質レンズ群と哲的後期レンズ群との可效軸 移動させることにより、短魚点距離側から長魚点距離側 にズーミングを行う2時3枚構成の2群メーム光学系で るアキシャルタイプの風折率分布型レンズとして構成さ れ、甘配祭2フンズおよび第3フンズが、いずれも屈折 もした、柱記祭コフンズが、光幅方向に屈だ母が狡允す れていることを特徴とするものである。

カスレンズとして形成されていることを特徴とするもの 【0009】また、静水項2に配数の発明は、前配第1 **フンメだ、小のも存**室旧が移存

割い切旧か

回い

インメル

インスが、

小の

もなった

インス

インス

インス

インス<br /

[0010]また、精水項3に配破の発明は、前配第1

像回回と哲配光軸との交点のd機およびg機の屈折母を レンズは、その物体図面と光軸との交点の d 級および B 線の屈折率をそれぞれnao およびngoo とし、また、 それぞれndin およびnginとし、さらに、△ッgrd

と定義したとき、前配第1レンズに関して

0.7 < △v_{g-d} < 0.85

の数式を徴足するような屈折率分布を有するように構成 したことを特徴とするものである。

[0011] また、請水項4に記載の発明は、物体側に **記聞された正の屈折力を持つ第1 レンズと絞りを挟んで**

より正の屈折力を有する前群レンズ群を構成し、所定の を構成し、しかも、前配前群レンメ群と前配後群レンズ 長魚点距離回にメーミングを行う 2 群3 枚構成の 2 群ズ 一么光学祭であって、前記第2レンズが、光軸方向に屈 その後方に配置された正の屈折力を持つ第2 レンズとに 可変軸上間隔を隔ててこの前群レンズ群の後方に配置さ **た且し気の屈だ力を辞し知3フンメにより後群フンメ群** 群との可変軸上間隔を狭めながら前配面レンズ群を同規 的に物体側に移動させることにより、短焦点距離側から **下母が変化するアキシャルタイプの屈折母分布型ワンメ** いずれも屈折母が一様な媒質から成る均質媒質型ワンメ として棒成され、前配第1レンズおよび第3レンズが、 として構成されていることを特徴とするものである。

スレンズとして形成され、且つ、前配第2レンズがその 像闽田が像闽に凸面を向けたメニスカスレンズとして形 [0012]また、請求項5に記載の発明は、前配第1 フンメがその物体回洄が物体回に凸固か向けたメースか 成されていることを特徴とするものである。

レンズは、その物体側面と光軸との交点の 4 鍛および g 像岡面と前記光軸との交点のd級およびg線の屈折率を [0013]また、請水項6に記載の発明は、前配第2 **敬の屈折率をそれぞれndob およびngob とし、また、** それぞれndia およびngiaとし、さらに、Δッgd

の数式を悩足する屈折率分布を有するように構成したこ 7 定義したとき、拒配第2 アンズに関した とを特徴とするものである。 1.6 < △v_{grd} < 1.8

[0014]

【作用】上記のように構成される群ズーム光学系は、光 された後群レンズ群とが、両ワンズ群間の可変軸上間隔 学系の先頭に配置された前群レンズ群とその後方に配置 を狭めながら同期的に物体回に移動することにより短焦

たは第2フンズのいずれかに、光軸方向に屈折率が変化 に構成してある。 前群レンズ群を構成する第1レンズま 後群レンズ群を含む残る2枚のレンズに、いずれも屈折 率が一様な媒質から成る均質媒質型レンズを用いること 点距離回から長焦点距離回にメーミングを行い得るよう するアキシャルタイプの屈折率分布型レンズを採用し、 を特徴とする。

【0015】この場合、第1の発明では、負の屈折力を ズを用い、さらに、好ましくは、第1レンズをその物体 **闽西が物体側に凸面を向けたメニスカス形状に形成する 捧つ第1レンズにアキシャルタイプの屈折率分布型レン** と共に、その軸上厚を第2レンズの軸上厚よりも大きく 設定するようにする。 【0016】そして、この阻が卑分布型ァンズの屈が卑 分布を、第1 レンズの物体側面と光軸との交点の d 線お 像側面と光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれ よびg線の屈折率をそれぞれndob およびngob とし、 ぞれndu およびngim とし、△ッg-d を、

の数式を満足するように設定している。 0.7 < \$\Delta v_{g-d} < 0.85

相殺して賭収差を良好に補正している。さらに、第1レ 加えて光軸方向に屈折率を変化させ得ることができるか ら、球面収差・非点収差・歪曲収差・コマ収差・色収差 に対する収差補正設計の自由度を、均質媒質型レンズの [0017] このように、第1レンズの形状をメニスカ ス形状にすることにより、絞りの前後で発生する収差を ンズにアキシャルタイプの屈竹母分布型ワンズを用いる と、第1レンズの物体側面および像側面での屈折作用に みを用いた場合よりも増すことが可能になる。

大きくすることで、絞りに近いレンズ系全系の中心部で カス形状の第1アンズ1の回面回の分散を凸面回よりも [0018]加えて、この第1レンズ1に、「0.7 < △v┏┙ < 0.85 」の条件を付すことにより、メニス 色収差を良好に補正するようにしている。

正の屈折力を持つ類2 レンズにアキシャルタイプの屈折 母分布型レンズを用い、さらに、第1レンズをその物体 関面が物体側に凸面を向けたメニスカス形状に形成する と共に、第2レンズもその像側面が像側に凸面を向けた メニスカス形状に形成し、しかも、第1の発明の場合と は逆に、第2レンズの軸上厚を第1レンズの軸上厚より 【0019】一方、請水項4に記載の第2の発明では、 も大きく散定するようにする。

分布を、筑2レンズの物体側面と光軸との交点の4線お また、像側面と前配光軸との交点のd級およびg線の屈 【0020】そつて、1の屈が母分布型レンズの屈が母 よびg線の屈折率をそれぞれndob およびngob とし、

折率をそれぞれndim およびngim とし、さらに、△ッ wi T

1.6 < △ √ 2.4 < 1.8 と定義したとき、

【0021】このように、年1ワンメおよび年2ワンメ の数式を満足するように設定している。

向に屈折率を変化させ得ることができるから、第1の発 に形成して、核りの前後で発生する収益を相殺して酷収 **整を良好に補正している。さらに、第2レンズにアキシ** ズの物体図面および像図面での阻が作用に加えて光軸方 明の場合と同様に、球面収差・非点収差・歪曲収差・コ マ収整・色収差に対する収差補正設計の自由度を、均質 **媒質型レンズのみを用いた場合よりも均すことが可能に** の各々のレンズ形状を、互いに逆向きのメニスカス形状 **ャルタイプの屈打學分布型ワンズを用いると、第2ワン**

ることで、色収差を良好に補正絞りに近いレンズ系全系 のように構成することにより、第1の発明および第2の ら、酷収差の補正時における収差補正設計の自由度を増 発明では、いずれも、コスト上の問題に考慮を払いなが し、前群レンズ群で発生する色収差を実用上差し支えの 状の斑 2 アンメの回面風の分散を凸面倒より も大きくす の中心部で色収差を良好に補正するようにしている。こ 【0022】 招えた、この祭2 レンメに「 1.6 < △ゥ rd < 1.8 」の条件を付すことにより、メニスカス形 ない一定の衛囲内に哲えるようにしている。

いずれも、短焦点距離から更焦点距離にメーミングする ンズの周辺側へと移動して正の球面収益を発生する傾向 ≥ 70 」の条件を付与することにより、後群レンズ群で **にしれて後群フンズ群を通る軸上光束の概さが徐々にフ** の色収整の発生を実用上小さな値に抑えるようにもなし にあるのを、第3フンズの光学材料のアッパ数に「~。 [0023] なお、第1および第2の発明においては、

[0024]

び作用を説明するが、以下の説明において「レンズ」と いうのは、いずれも球面レンズを云い、また、使用する 【映瓶倒】以下、図示の20の描本映瓶倒に描んいた財 1および第2の発明に係る2群ズーム光学系の権成およ

: 全米の合成焦点距離

記号は、

r_i (i=1~6): **を**存回から数えた:毎日のフング ・ドナンス

d₁ (i=1~6): 物体回から数えた: 毎日の固固属 面の曲率半径

n, (i=1~3): 包体回から教えて: 毎日のレンズ の光学材料の屈护母 (9)

の名字ななのアッス数 を設すものとする。

の基本構成例に係る2群メーム光学系は、図1に示すよ 【0025】図1は、本発明に係る2群メーム光学系の 第1の基本構成例を示す光学系配配図である。この第1 うに、物体回(図1上で左回)に配置された角の屈折率 **を好つ第1レンメ1と、適宜の校りSを挟んでその後方** された正の屈折率を砕つ第2レンズ2とにより正の屈折 **力や右する哲辞レンメ群(1、8、2)を構成し、形応** S、2)の後方に配置され且し食の風が母を持り知3ァ ング3により後群レンズ群を構成した2群3枚構成の光 (像側)に所定の軸上関隔(d2+d3)を隔てて配置 学系配置をむり2 辞メーム光学米として様成されてい **の口疚看上笆踞 q か配トトルの栏群 (1、**

【0028】 いの協合、図示例では、年172×10権 苧の図示例の2 群メーム光学系では、例えば図1に示す るときに2群ズーム光学系の短焦点距離を実現し、この **庇されることになる。そして、このようなレンズ配置を** 状態を初期状態(所定位置)となし、この初期状態にあ **状節かの、 哲辞フンメ辞(1、 S、 2) と欲辞フンメ辞** (3) との可数軸上間隔dg を欲めながの、 屆フング辯 (1、S、2)、 (3) を同期的に物体図 (後群レンズ 上厚d,が、第2レンズ2の軸上厚d,よりも大きく設 **詳3が像面Fから離れる方向)に移動させることによ** グを行うように構成されている。

折率が変化するアキシャルタイプの屈折率分布型レンズ 【0027】ところで、第1の基本構成例に係る2群ズ **一ム光学系では、先頭の第1レンズ1を、光軸方向に屈** とした構成し、纸2ァンズ2および第3ァンズ3巻、い ずれも屈折母が一様な媒質から成る均衡媒質型ワンズと した権政している。

けれ、所聞「国回レンズ」として形成されている。この [0028] いの場合、 跃1 レンダ1 は、 そのも存 国 形成され、また、第2レンズ2は、その物体回面 r.g が **ら右囟)に凸箔を向けた形器「困凸ワンメ」として形成** ように、第1フング1のフング形状をメースカス形状に **物体図に凸面を向け且しその徴図面 r が像図(図1上** され、さらに、迸3フン×3は、その核体図面rbが移 体包に凹旧を向け且しその像包面で、が像包に凹形を向 形成したのは、絞りSの前後で発生する収益を相殺して r , が物体包に凸面や向けた母メニスカメレンメとした 酪収益を良好に補正するためである。

シャルタイプの屈が母分布型 ワンズは、第1 ワンズ10 0029]ところで、第1レンズ1に用いられるアキ 物体回から数えて:毎日に位置する屈折率分布を示すの

 n_1 (x) = $N_0 + N_1 \cdot x + N_2 \cdot x^2 + N_3 \cdot x^3 + N_4 \cdot x^4$

但し、x : 物体側頂点 (第1レンズの物体側面r」と 光軸〇との交点)から光軸に拾った阻礙

N。:物体闽頂点における屈折率

で規定されるような屈折率分布型レンズとして形成され N1、 N2、 N3、 N4 : 图片母分书采数

【0030】加えて、この屈折辱分布型レンメでは、そ の物体図面と光軸との交点のd線およびg線の屈折率を

それぞれn dob およびngob とし、また、像側面と前配 光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれn dia およびngia とし、さらに、△ッgia を、

と定義したとき、第1レンズに関して

の数式を悩足するような屈折率分布型レンズとして構成 $0.7 < \triangle v_{\rm g-d} < 0.85 \cdots (1)$

【0031】このように、第1レンメ1にアキシャルタ

の物体回面および像回面での屈折作用に加えて光軸方向 に屈折邸を変化させ得ることから、球面収整・非点収差 ・蚕曲収益・コマ収差・色収差に対する収差補正散計の 自由度を、均質媒質型レンズを用いた場合よりも増すこ イブの屈折母分布型レンズを用いたのは、第1レンズ1 とが可能になるからである。 [0032]また、この第1レンメ1に (1) 式の条件 の分散を凸面側よりも大きくすることで色収差を良好に ズ1の光軸方向のどの部分で、主に色収差を補正するの **や付したのは、メニメガメ形状の斑1アンメ1の回油囱** 布の効果を増すために比較的厚いレンズとなる第1レン 植正するためであり、△ッ_{e-d}の枠つ意味は、屈折母分 がよいかを示すものである。

きには、絞りSに近いレンズ系全系の中心部で補正する も大きくなると、瞳に対する対称性が崩れて、短焦点距 が大きくなって、既存の光学材料の物性から必要な性能 ことができて都合がよい。しかし、△ッピーが0.85より る。また、△v_{g-d}が0.7 より小さくなると分散の勾配 を有する光学材料を安価に入手することができないとい 【0033】この場合、△ッ_{g-d} が0.85よりも小さいと 雑回の倍率色収益(g-q)の補正が著しく困難にな うコスト上の問題を生じる。

2) で発生する色収差を実用上差し支えのない一定の範 2群メーム光学系では、移動するワンズ群毎に色収整を [0034] いの(1) 式は、芭舞レンズ群(1、S、 田内に加えるような役割を果すものである。ところで、 補正しておくことが原則で、数式的には

$$\sum_{i=1}^{L} \qquad \Rightarrow \qquad 0 \qquad (2)$$

が取状される。

正であるため、色収差の補正には f, が正・負 2 種類の 2枚のレンズが必要になる。本発明では、後群レンズ群 【0035】この場合、〃,は、光学材料の性質上常に め、後群レンズ群では色収差の補正が原理的に不可能に を単レンズである第3 レンズ3 だけで構成しているた

側で倍率色収整が大きな値となり、高性能にすることが 困難になる。以下に、第1の基本構成例に係る具体的実 施例1の各データを記載し、この具体的突施例1に関す る球面収差・非点収差・虿曲収差・コマ収差を、各焦点

距離(Fナンベ)毎に、即ち、短点点距離(f=40.0m

7.2)、是焦点距離 (f=60.2mm, F_{NO.}8.6) 毎に図

3~図14にそれぞれ指げる。

m, F.yo. 5.7)、中間焦点距離 (f=50.3mm, F.yo.

塩の色収塑がメーミングや大きへ変動する、 短焦点距离

群レンズ群 (紙1レンズ1、板りS、紙2レンズ2) む ようにしても、これだけで全系の色収差を良好に保持す 【0036】そのため、前述したような方法を用いて前 の色収差を実用上差し支えのない一定の範囲内に抑える ることは難しい。そこで図示例では、第3レンズ3の光 学材料のアッベ数。。に、

[0038]また、第1の基本構成例に係る具体的裏施

例2の各データを以下に配載し、この具体的英施例2に 関する球面収差・非点収差・歪曲収差・コマ収差を、各

棋点距離 (Fナンパ) 毎に、即ち、短棋点距離 (f=4

0.0mm, F_{NO.} 5.7)、中間焦点距離 (f=50.2mm, F

No. 7.2)、畏焦点距離(f=60.1mm,F_{NO.} 8.6)每

に図15~図26にそれぞれ掲げる。

[0039]

なる条件を与えることにより、後群レンズ群3における き、上記(1)式との相乗効果により全系の色収差を良 上記 (2) 式の値を実用上小さな値に抑えることがで 好に補圧することができる。 ν₃≧ 55 ... (3)

[0037] この(3) 式の条件を外れた場合には、近 人 正存的 的第三人

f=40~60m.

	0			19		8	
	0.8		_	78.657		81.600	
	10 Δ ν 2 - d 0.80	•		2		5.00	
	٧			72			
	3			1.50903		1.49700	
	Ια	1		=		<u>:</u>	
	Ια			22	•	å	
					MZ		
	6. 502	8	5.650	2. 647	可数阻遏	1.00	
	8.	ö	꺙	~;	司	=	
	Īρ	ન્ડ	-83	ф.	. ₋ 6.	-8-	
İ							
	99	88	(#XP)	23	4	33	S
	20, 766	₹	8	196, 073	-14,941	-18.831	194, 350
	_		_				
	۱	2		్	. 7	50	2

ţ	40.0	50.3	80.2
FNO.	5.7	2.1	8.6
q ₂	19.603	14, 135	10.602

NA	0.4780×10	0.5229×10-
NS	0.1475×10 ⁻³	0.2104×10^{-3}
ИZ	-0.7855×10^{-3}	-0.1680×10^{-2}
N	c) $(di82)_{1.57369} - 0.3374 \times 10^{-3} - 0.7855 \times 10^{-3} 0.1475 \times 10^{-3} 0.4780 \times 10^{-4}$	$[683]$ 1. 58944 -0. 3128×10^{-1} -0. 1680×10^{-2} 0. 2104×10^{-3} 0. 5229×10^{-4}
ΝO	1.57369	1.58944
	[佛]	[643]
	(X)	

[0040]

(8)

★以本的供給例2→

FNO. = 5. 7~8. f=40~60m.

[_

97.7			3. 751		81.600	
Δ ν g-d 0.76			æ		<u> </u>	
۵			2	•	٠	•
(x) lu lu			1. 57503		1.49700	
ľ			20	•	£	,
8.466	3.268	6.558	2.714	山東西和	1.000	
Ιp	ş	-6	·-3'	-g-	- g-	
25.017	17.997	((数) 8	227. 911	-16.976	-19.180	155. 471
Į.	్ట	ī	02	-	ုပ	۳.

1 4	Pro.	1 9
40.0	5.7	9.287
50.2	7.2	13.831
60.1	8.6	10.306

		νO	N ₁	N2	Ng	N.
n, (x	E	1.58254	-0.3526×10 ⁻¹	$[483]_{1.58254} -0.3526 \times 10^{-1} -0.1439 \times 10^{-3} \cdot 0.7932 \times 10^{-4} \cdot 0.2888 \times 10^{-4}$	0. 7932×10 ⁻⁴	0.2888×
		1. 58513 -0	-0.3180×10-1	-0.3180×10^{-1} -0. 1313×10^{-2} 0. 1567×10^{-3} 0. 9175×10^{-3}	0.1567×10^{-3}	0.8175×

各々の収整図に示すように、各具体的英施例とも短焦点 2の基本契施例の2時ズーム光学系の構成および作用を **幹面収益・非点収益・蛋曲収益・コマ収差がいずれも良 好に補正されていることが分かる。次に、図2に示す筑** 距離、中間無点距離、長焦点距離のそれぞれに亘って、

ム光学系は、図2に示すように、物体側に配置された正 【0041】本発明の第2の基本構成例に係る2群メー の屈が卑を持つ第1レンズ1と、適宜の校りSを挟んで その後方に所定の軸上間隔(d2 + d3)を隔てて配置 された正の屈折率を持つ第2レンズ2とにより正の屈折 力を有する哲群レンズ群(1、S、2)を構成し、所成 S、2)の後方に配置され且つ魚の屈折率を持つ第3レ ンズ3により役群レンズ群を構成した2群3枚構成の光 **半米的電か好し2群メーム光学米とした構成されてい** の可效魯上超底 Pa を配していの世界フンメ (1)

も、第1の基本構成例の場合と同様に、図1に示す状態 [0042] この場合、図示例では、第1の基本構成例 (3) との可変物上関係 dg や欲めながら、 哲群レンダ 群および後群レンズ群(1、S、2および3)を同期的 にも体図(後群レンメ群が後面ドから離れる方向)に移 動させることにより、短焦点距離側から長焦点距離側へ の勘合とは逆に、粧2 レンズ2の軸上庫 9 。が紙1 レン ズ1の軸上厚d,よりも大きく設定されることになる。 そした、 年2 の 指本構成例に 係る 2 群メーム 光学 尽ら から、色辞レンズ群(1、8、2)と後群レンズ群

[0043] ところで、第2の基本構成例に係る2群ズ いずれも屈が呼が一様な媒質から成め均質媒質型ワンズ ー々光学米では、第17ン×1および供37ン×3を、 の所類のメーミングを行うことになる。

として構成し、第2レンズ2を、光軸方向に屈折率が変 化するアキシャルタイプの屈折率分布型ワンズとして様

形成されている。このように、第1レンズ1および第2 カス形状に形成したのは、絞りSの前後で発生する収益 【0044】この場合、年1ワンメ1は、その物体側面 形成され、また、第2レンズ2は、その像園面1,が像 さらに、第3レンズ3は、第1の基本構成例の場合と同 扱に、その物体図画 re が物体図に回回か向け且しその アンズ2の各々のアンズ形状を、互いに逆向きのメニス r,が物体図に凸面を向けた単メニスカスレンズとして 像側面 rg が像側に凹面を向けた「両凹レンズ」とした **図に凸面を向けた単メニスカスレンズとして形成され、** を相殺して賭収整を良好に補正するためである。

[0045] さて、第2レンズ2に用いられるアキシャ **ルタイプの屈打母分布型ワンズは、第2ワンズ2の物体** 回から数えて 1 毎目 (この実施例の場合、2 番目) に位 置する屈折率分布を示すn, (x)が、

個し、× :物体倒頂点(第2レンメの物体側面r3と n_1 (x) = $N_0 + N_1 \cdot x + N_2 \cdot x^2 + N_3 \cdot x^3 + N_4 \cdot x^4$

No:物体側頂点における屈折率 で規定されるような屈折率分布型レンズとして形成され

N1、N2、N3、N4:田打母公布保数

[0046]加えて、この屈折率分布型レンズでは、そ の物体側面と光軸との交点のd級およびg級の屈折率を それぞれnaob およびngob とし、また、像闽面と前記 光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれn

dim およびngim とし、さらに、△vg-d を、

nin - nin

の数式を満足するような屈折率分布型レンズとして構成 と定義したとき、前記第2 ワンズに関して 1.6 < △ v_{g-d} < 1.8 ··· (4)

成例の場合の考え方と同様に、第2 レンズ2 の物体側面 および像側面での屈折作用に加えて光軸方向に屈折率を 変化させ得ることから、球面収差・非点収整・強曲収差 【0041】このように、篊2Vンズ2にアキシャルタ イプの屈折率分布型レンズを用いたのは、第1の基本権 均質媒質型レンズを用いた場合よりも増すことが可能に コマ収差・色収差に対する収差補正散計の自由度を、 なるからである。

を付したのは、メニスカス形状の第2レンズ2の凹面側 【0048】また、この類2レンメ2に(4)式の条件 の分散を凸面側よりも大きくすることで色収差を良好に ズ2の光軸方向のどの部分で、主に色収差を補正するの 布の効果を増すために比較的厚いレンズとなる第2レン 補正するためであり、△ッg-dの持つ意味は、屈折率分 がよいかを示すものである。

距離側の倍率色収差(g-d)の補正が著しく困難にな ときには、絞りSに近いレンズ系全系の中心部で補正す りも大きくなると、瞳に対する対称性が崩れて、短焦点 【0049】この場合、△νε-- が、1.8 よりも小さい ることができて都合がよい。しかし、△verd が1.8 よ

を安価に入手することができないというコスト上の問題 既存の光学材料の物性から必要な性能を有する光学材料 本構成例の場合と同様に、分散の勾配が大きくなって、

【0050】なお、後群レンズ群(筑3ワンズ3)にお **に、年3フンメ3の光学技적のアッペ教ッ。に、世沿し** ける色収差の発生を極力抑えるようになし、 (4) 式と の相乗効果により全系の色収差を良好に補正するため

なる条件を与えることが好ましいのは、第1の基本構成 例のケースと回様である。 7, ≥ 55 ... (3)

る球面収差・非点収差・頚曲収整・コマ収整を、各焦点 【0051】以下に、第2の基本構成例に係る具体的実 施例3の各データを記載し、この具体的実施例3に関す m, F_{NO,} 6.2)、中間無点距離(f=50.7mm, F_{NO,} 7.9)、長焦点距離(f=60.2mm, F_{NO,} 9.3)毎に図 距離 (Fナンベ) 毎に、即ち、短焦点距離 (f=40.5m 27~図38にそれぞれ掲げる。

[0052] また、第2の基本構成例に係る具体的裏施 例4の各データを以下に配載し、この具体的実施例4に 関する球面収差・非点収差・頚曲収差・コマ収差を、各 **魚点距離 (Fナンバ) 毎に、即ち、短魚点距離 (f=4** 0.0mm, F_{NO.} 6.2)、中関焦点距離(f=50.5mm, F no. 7.8)、 及焦点距離(f=60.00mm, F_{NO.} 9.3) 毎に図39~図50にそれぞれ掲げる。

る。また、△ぃォーdが1.6より小さくなると、第1の基 人民存む政協定3→

46, 795 <u>..</u> Δ v g-d $P_{NO} = 6.2 \sim 9.$ n2 (x) 1.80362 2 15.116 可效問題 2, 152 1, 221 1.014 450 $f = 4.0 \sim 6.0 \text{ m}$ 8(数) 33. 88 116, 217 -22, 459 -24. 279 5 7 ይ ን

81.600

2

1.49700

g B

99.

-31, 230 222, 508

ص

	80.2	9.3	8.172
	50.7	6.7	13.949
	40.2	8.2	23.528
ĺ	ſ	P _{NO.}	J.

	I					
		No	N ₁	N ₂	ИЗ	N
13(E)	[d版]	1.52273	$n_2(x)$ [482] 1. 52273 0. 4507×10 ⁻² 0. 8140×10 ⁻³ 0. 1837×10 ⁻⁴ 0. 1860×10 ⁻⁴	0.8140×10^{-3}	0.1837×10^{-4}	0. 1860×10 ⁻¹
	[8職]	1.54576	8641 1. 54576 0. 3962 $\times 10^{-2}$ 0. 4573 $\times 10^{-9}$ 0. 5362 $\times 10^{-4}$ -0. 6065 $\times 10^{-1}$	0.4573×10 ⁻⁸	0.5362×10 ⁻⁴	-0. 6065×10

[0054]

(20

人口不包附属四4岁

f = 40 ~ 60m

40~60m	<u>.</u> ['S	± 8. 2,	°9.	
55. 35g	<u>a.</u>	 	7	1. 77368	7.	2. 2.
63, 206	ş	3.8%				
(€X9) ∞	-g	1.178				
-28. 468	ą,	14.691	8	(X)	۵,۷	Ξ
-25. 251	g.	可效問題	ı		•	
-25. 537	£	1.000	č	1.49700	200	₩ ₩

8 23

149, 629

떯

80.0	9.3	7.975
50.5	7.8	12.404
40.0	8.2	19.748
,	P _N O.	q2

		o N	^N 1	N2	М3	E .
12(E)	(4	1.48506	$_2$ (x) [d#3]1.48508-0.1635×10 ⁻¹ 0.2855×10 ⁻³ 0.8820×10 ⁻⁴ -0.8103	0.2855×10^{-3}	0.8620×10^{-4}	-0.8103
	[8#]	1,51357	$[880]$ 1. 51357 -0. 2114×10^{-1} 0. 3011×10^{-2} 0. 1178×10^{-3} -0. 7710	0.3011×10^{-2}	0.1178×10^{-3}	-0.7710

9-01 X

いた2群メーム光学米の優勢さを物語って余りあるもの 焦点距離のそれぞれに亘って、球面収差・非点収差・・・ 各収整図は、本発明に係る第1、第2の基本構成例を用 第2の基本構成例の場合にも、各々の収整図に示すよう に、各具体的契施例とも短点点距離、中間点点距離、長 曲収盤・コマ収数がいずれも良好に補正されていること が分かる。そして、前述した2つの基本構成例に関する

が、本発明はこれに限定されるものではなく、その要旨 を逸脱しない範囲内において、種々に変形契施すること [0055]以上、図示の状態図に描んいた説明した からなる。

[0056]

ーム光学系では、光学系の先頭に配置された前群レンズ い、且し、残り2枚のフンズに屈が降が一様な媒質から 成る均質媒質型レンズを用いることにより、2群3枚の 構成にも柏らず、従来の2群3枚の構成の2群メームレ 【発明の効果】以上述べたように、本発明に係る2群ズ **群を構成する負の屈折率を持つ第1レンメまたは正の屈** が収化するアキシャルタイプの阻が母分布型ワンズを用 ンズにおんた、映画収益・半点収益・組曲収益・コッ収 **箆・色収益等がいずれも良好に補正され、しかも、コン** パクト化されたメーム比1.5(紙点配盤に=40目~ 60m)、F_{NO} が約6~9クラスの2群ズーム光学系 を攻現することができる。

【0051】なお、本発明の2群メーム光学米の後群レ 式のように設定した場合には、いずれの基本構成例の場 ンズ群を構成する怒ヨアンズのアッペ数~3 を、 (3) 合にも、色収益の発生をより小さく抑えることができ

|図面の簡単な説明|

[図1] 本発明に係る2群メーム光学系の第1の基本構 **炎例を示す光学系配價図である。**

[図2] 本発明に係る2群メーム光学系の第2の基本構 **哎例を示す光学系配置図である。**

|図3||第1の基本構成例に係る具体的実施例1の短焦 面収整を示す収整図である。なお、図中における実線は 「d」はd繚に対する収整を、「g」はg線に対する収 **点距離 (焦点距離 l=40.0mm, F_{NO.} 5.1) における球 球面収差を、破線は正弦条件をそれぞれ示し、また、**

|図4] 第1の基本構成例に係る具体的奥施例1の短無 **点距離における非点収差を示す収差図である。なお、図** 中における実験はサジタルを、破線はメリジオナルをそ **整をそれぞれ示す。以下の各図において同じ。** たぞれ示す。 以下の各図において同じ。

【図5】第1の基本構成例に係る具体的裏施例1の短焦 点距離における強曲収整を示す収整図である。

【図6】第1の基本構成例に係る具体的契施例1の短焦 点距離におけるコマ収整を示す収整図である。 【図7】 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の中間 焦点距離 (焦点距離 f = 50.3mm, F_{NO.} 7.2) における ※ 面収 整を示す収 整図 である。 [図8] 第1の基本構成例に係る具体的奥施例1の中間 **其点距離における非点収差を示す収差図である。**

[図9] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の中間 県点距離における預曲収差を示す収差図である。

[図10] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の中 [図11] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の長 **焦点距離 (F.vo. 8.6) における球面収差を示す収差図** 3.焦点距離におけるコマ収益を示す収差図である。

[図12] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の長 焦点距離における非点収差を示す収差図である。

【図13】第1の基本構成例に係る具体的実施例1の長 焦点距離における虿曲収遊を示す収数図である。

[図14] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の長 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

【図15】第1の基本構成例に係る具体的実施例2の短 焦点距離 (f=40.0mm, F_{NO.} 5.7) における球面収差 を示す収差図である。 [図16] 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の短 焦点距離における非点収差を示す収差図である。

【図17】第1の基本構成例に係る具体的実施例2の短 焦点距離における蛋曲収整を示す収整図である。 【図18】 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の短 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。 [図19] 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の中 間焦点距離 (f=50.2mm, F_{NO.}7.2) における球面収 差を示す収差図である。

【図20】第1の基本構成例に係る具体的実施例2の中 間焦点距離における非点収差を示す収差図である。

【図21】 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の中 【図22】 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の中 【図23】 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の長 間焦点距離における歪曲収差を示す収差図である。 間焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

[図24] 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の長 焦点距離 (f=60.1mm, F_{NO.}8.6) における球面収差 を示す収差図である。

焦点距離における非点収整を示す収差図である。

|図25| 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の長 |図26| 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の長 |図27||第2の基本構成例に係る具体的実施例3の短 棋点距離 (f=40.2mm, F_{NO.} 6.2) における球面収整 **魚点距離における歪曲収整を示す収差図である。** 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

[図28] 第2の基本構成例に係る具体的実施例3の短 【図29】 第2の基本構成例に係る具体的実施例3の短 **焦点距離における非点収差を示す収差図である。** を示す収差図である。

【図30】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の短 【図31】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の中 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。 焦点距離における蛋曲収整を示す収差図である。

閏焦点距離(f=50.7mm, F_{N0.}7.9)における球面収

|図33| 第2の基本構成例に係る具体的実施例3の中 【図32】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の中 間魚点距離における非点収差を示す収差図である。 **差を示す収差図である。**

間魚点距離における蛮曲収差を示す収差図である。

【図35】第2の基本構成例に係る具体的変施例3の要 【図34】 第2の基本構成例に係る具体的実施例3の中 **焦点距離 (f=60.2mm, F_{NO} 9.3) における映画収勢** 間焦点距離におけるコマ収整を示す収整図である。 を示す収差図である。

【図37】 第2の基本構成例に係る具体的実施例3の長 【図36】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の長 焦点距離における非点収差を示す収差図である。

【図38】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の長 **焦点距離における歪曲収差を示す収差図である。** 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

【図39】第2の基本構成例に係る具体的東施例4の短 無点距離 (f=40.0mm, F_{NO.} 6.2) における球面収益 を示す収整図である。 【図40】 第2の基本構成例に係る具体的英施例4の短 焦点距離における非点収差を示す収整図である。 【図41】第2の基本構成例に係る具体的玻施例4の短 焦点距離における強曲収整を示す収整図である。

[図42] 第2の基本構成例に係る具体的実施例4の短 【図43】 第2の基本構成例に係る具体的実施例4の中 間焦点距離 (f=50.5mm, F_{NO.}7.8) における球面収 焦点距離におけるコマ収差を示す収整図である。

【図44】 第2の基本構成例に係る具体的実施例4の中 楚を示す収整図である。

【図45】第2の基本構成例に係る具体的英施例4の中 間焦点距離における非点収整を示す収整図である。 間焦点距離における盃曲収益を示す収差図である。

【図47】第2の基本構成例に係る具体的実施例4の長 【図46】第2の基本構成例に係る具体的実施例4の中 間魚点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

棋点距離 (f=60.0mm, Fig. 9.3) における球面収整 を示す収差図である。

【図48】 第2の基本構成例に係る具体的実施例4の長 **焦点距離における非点収整を示す収整図である。**

【図49】 第2の基本構成例に係る具体的変施例4の長 【図50】 第2の基本構成例に係る具体的実施例4の畏 **県点距離における蛋曲収差を示す収整図である。**

【図51】従来の2群3枚構成の2群ズーム光学系の構 **点点距離におけるコマ収整を示す収差図である。**

成を示す光学系配置図である。 [年号の説明]

一 怒17ング

数り

2 斑27ング

3 類3 アンズ (後群 アンズ群) (1、8、2) 哲辞アンズ群

食用

